



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 54 325 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 54 325.9
㉑ Anmeldetag: 11. 11. 1999
㉒ Offenlegungstag: 7. 6. 2001

㉓ Int. Cl. 7:
H 02 K 1/06
H 02 K 7/00
H 02 K 7/10
H 02 K 7/02
B 60 L 11/02

DE 199 54 325 A 1

BEST AVAILABLE COPY

㉔ Anmelder:
Mannesmann Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE
㉕ Vertreter:
Müller, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81927 München

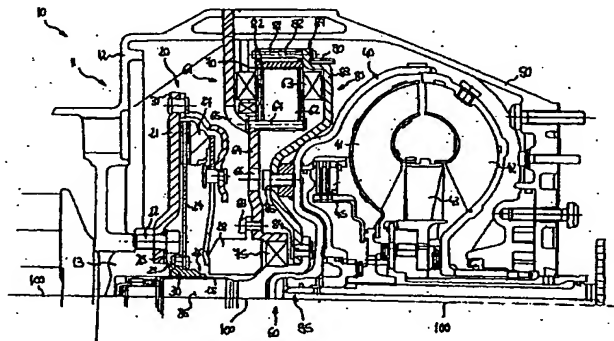
㉖ Erfinder:
Geiger, Martin, Dipl.-Ing., 97261 Güntersleben, DE;
Schierling, Bernhard, Dipl.-Ing., 97273 Kürnach, DE;
Kramer, Markus, 97357 Prichsenstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Elektrische Maschine zur Integration in einem Antriebsstrang sowie Antriebsstrang

㉘ Es wird eine elektrische Maschine (60) zur Integration in einem Antriebsstrang (10) sowie ein solcher Antriebsstrang (10) beschrieben, mit einem Rotor (80), der an einem Rotorträger (83) angeordnet ist und einem Stator (61), der an einem Statorträger (64) angeordnet ist, wobei zwischen Rotor (80) und Stator (61) ein Luftspalt (70) vorgesehen ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß der Statorträger (64) und/oder der Rotorträger (83) als Blechträger ausgebildet ist/sind. Zur Verkürzung des erforderlichen axialen Bauraums kann weiterhin vorgesehen sein, daß von der Drehachse (100) des Rotors (80) aus gesehen der Luftspalt (70) einen derart großen Abstand zur Drehachse (100) aufweist, daß zur elektrischen Maschine (60) im Antriebsstrang (10) benachbart abgeordnete Bauelemente, beispielsweise eine Kupplung (20) und ein Wandler (40) in bezug auf die Drehachse (100) des Rotors (80) eine radiale Ausdehnung aufweisen, die kleiner als der radiale Abstand von der Drehachse (100) zum Luftspalt (70) ist.



DE 199 54 325 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft generell eine elektrische Maschine zur Integration in einem Antriebsstrang sowie einen solchen Antriebsstrang.

Elektrische Maschinen sind bereits bekannt. Dabei handelt es sich um Maschinen, die mit Hilfe eines magnetischen Feldes entweder nach dem Motorprinzip elektrische Energie in mechanische Energie, oder nach dem Generatorprinzip mechanische Energie in elektrische Energie umwandeln.

Derartige elektrische Maschinen, die beispielsweise als Synchronmaschinen oder Asynchronmaschinen ausgebildet sein können, verfügen über einen feststehenden Teil, der Stator oder Ständer genannt wird. Üblicherweise ist der Stator an einem entsprechenden Statorträger angeordnet. Weiterhin verfügen die elektrischen Maschinen über einen umlaufenden Teil, der Rotor oder Läufer genannt wird. Der Rotor ist in der Regel an einem Rotorträger angeordnet. Zwischen dem Stator und dem Rotor befindet sich ein Luftspalt, damit der Rotor frei drehen kann.

Die Statoren solcher elektrischer Maschinen weisen in der Regel Statorblechpakete mit einer Anzahl von Statorzähnen auf, auf die eine Anzahl von Statorwicklungen (Spulen) gewickelt sind. Die Spulen sind einzelnen Strängen zugeordnet, wobei die einem gemeinsamen Strang zugeordneten Spulen verschaltet sind. Der Rotor weist ebenfalls entsprechende Rotorblechpakete auf, in oder an denen Magnete, beispielsweise Permanentmagnete angeordnet sind.

Einzelne Elemente der elektrischen Maschine, insbesondere der Statorträger, werden bisher als Gußteile hergestellt. Aus diesem Grund ist der Statorträger sehr schwer, wobei das Gewicht insbesondere mit steigender Statorgröße stark zunimmt. Weiterhin ist die Auswahl der möglichen Statorgeometrien aufgrund des Gießverfahrens zur Herstellung des Statorträgers stark eingeschränkt. Dies führt zum einen zu einer Verschwendung von Bauraum bei der Montage der elektrischen Maschine in einem Antriebsstrang, was insbesondere im Bereich der Automobilindustrie von Nachteil ist, wo eine immer platzsparendere Konstruktion der einzelnen Elemente in einem Antriebsstrang gefordert wird. Weiterhin ist die Herstellung solcher gegossener Bauelemente sehr kostenintensiv.

Es ist weiterhin bekannt, elektrische Maschinen in Antriebsstränge, beispielsweise in Antriebsstränge für Fahrzeuge, zu integrieren. Ein solcher Antriebsstrang weist in der Regel eine Brennkraftmaschine, beispielsweise einen Verbrennungsmotor, mit einer Kurbelwelle auf. Die Kurbelwelle ist zur Drehmomentmitnahme mit wenigstens einer Abtriebswelle verbunden.

Ein bekannter Antriebsstrang ist beispielsweise in der DE-A-197 29 382 offenbart. Der darin beschriebene Antriebsstrang wird für ein Fahrzeug, insbesondere ein nicht spurgebundenes Fahrzeug verwendet. Er weist mindestens einen Verbrennungsmotor, mindestens einen Generator, mindestens einen elektrischen Antriebsmotor sowie wenigstens einen Drehmomentwandler auf. Da die bekannten elektrischen Maschinen aufgrund ihrer vorstehend beschriebenen Herstellungsweise relativ groß sind und aufgrund der Gußteile nur begrenzt außergewöhnliche Geometrien aufweisen können, wird auch ein solcher bekannter Antriebsstrang relativ viel Platz beanspruchen, da die einzelnen Bauelemente axial hintereinander angeordnet werden müssen.

Ausgehend vom genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine bekannte elektrische Maschine sowie einen Antriebsstrang mit einer solchen elektrischen Maschine derart weiterzubilden, daß die zum Stand der Technik beschriebenen Nachteile vermieden werden. Insbesondere soll eine elektrische Ma-

schine bereitgestellt werden, die auf einfache und kostengünstige Weise hergestellt und bauraumoptimiert in einen Antriebsstrang integriert werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung gelöst durch eine elektrische Maschine zur Integration in einem Antriebsstrang, mit einem Rotor, der an einem Rotorträger angeordnet ist und einem Stator, der an einem Statorträger angeordnet ist, wobei zwischen Rotor und Stator ein Luftspalt vorgesehen ist. Diese elektrische Maschine ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger und/oder der Rotorträger als Blechträger ausgebildet ist/sind.

Dadurch kann auf kostengünstige und einfache Weise eine elektrische Maschine hergestellt werden, bei der der benötigte Bauraum optimiert werden kann und die im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen auch leichter ist.

Der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, den Statorträger und/oder den Rotorträger nicht mehr, wie bisher üblich, als Gußteil zu fertigen. Stattdessen sind der Statorträger und/oder der Rotorträger als Blechträger ausgebildet. Dies bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. Zum einen können Bleche wesentlich kostengünstiger hergestellt werden als Gußteile. Die Herstellung bestimmter Blechgeometrien – und hier insbesondere auch von komplizierten und außergewöhnlichen Blechgeometrien – läßt sich mit Hilfe bekannter Verfahren, beispielsweise Stanzverfahren oder dergleichen, bewerkstelligen. Bleche haben weiterhin den großen Vorteil, daß sie gebogen werden können, so daß entsprechend ausgebildete Statorträger und/oder Rotorträger auch an Bauräume mit ungewöhnlichen Geometrien angepaßt und in diese eingebaut werden können. Schließlich ist es bei Blechen besonders einfach, Ausnehmungen, Stufen, Vorsprünge, Zurücksetzungen und dergleichen einzufügen, beispielsweise durch Bohrungen, Biegeverfahren oder dergleichen, ohne daß die Festigkeit des gesamten Blech-Bauteils darunter leidet. Darüber hinaus können weitere Elemente auf einfache Weise an solchen Bauteilen befestigt werden. Beispiele hierfür werden im weiteren Verlauf der Beschreibung näher erläutert.

Durch die Verwendung von Blechkonstruktionen für den Statorträger und/oder den Rotorträger anstelle der bisher üblichen Gußteile wird somit eine einfache Montage dieser Bauelemente möglich. Weiterhin kann auch der benötigte axiale Bauraum reduziert werden, wie dies im weiteren Verlauf der Beschreibung detaillierter erläutert wird.

Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Blechmaterialien beschränkt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft kann die elektrische Maschine in Außenläufer- oder Innenläuferbauweise ausgebildet sein. Als elektrische Maschinen sind beispielsweise Synchronmaschinen, und hier insbesondere permanenterrege Synchronmaschinen, zu nennen. Dabei ist die Erfindung nicht auf bestimmte Verwendungsbereiche beschränkt. Eine besonders erwähnenswerte Maschine, an der die Erfindung nachfolgend erläutert wird, ohne den Schutzbereich jedoch auf dieses konkrete Beispiel zu beschränken, ist der Starter-Generator für Fahrzeuge. Hierbei handelt es sich um eine elektrische Maschine, deren Rotor über die Kurbelwellenlagerung des Verbrennungsmotors gelagert ist. Der Starter-Generator wird nicht nur zum Starten und Stoppen des Verbrennungsmotors verwendet, sondern er kann auch während des Motorbetriebs verschiedene Funktionen übernehmen, wie beispielsweise Bremsfunktionen, Boosterfunktionen, Batteriemanagement, aktive Schwingungsdämpfung, Synchronisierung

des Verbrennungsmotors oder dergleichen.

Vorzugsweise kann von der Drehachse des Rotors aus gesehen der Luftspalt einen derart großen Abstand zur Drehachse aufweisen, daß zur elektrischen Maschine im Antriebsstrang benachbart angeordnete Bauelemente in bezug auf die Drehachse des Rotors eine radiale Ausdehnung aufweisen, die kleiner als der radiale Abstand von der Drehachse zum Luftspalt ist. Das bedeutet, daß die zur elektrischen Maschine benachbarten Bauelemente (Beispiele hierfür werden weiter unten ausführlich erläutert) in bezug auf die Drehachse des Rotors einen Durchmesser in radialer Richtung aufweisen, der kleiner ist als der radiale Durchmesser der elektrischen Maschine. Die elektrische Maschine ist damit größer als die benachbarten Elemente, so daß sich diese – bei entsprechender Ausgestaltung des Statorträgers und/oder des Rotorträgers – radial innerhalb der elektrischen Maschine befinden. Dadurch wird eine Reduzierung des erforderlichen axialen Bauraums erreicht, man sagt, die Anordnung kann axial kürzer bauend ausgebildet werden.

Je nach Ausgestaltung des als Blechträger ausgebildeten Statorträgers und/oder Rotorträgers können einzelne Elemente und/oder Bestandteile der zur elektrischen Maschine benachbarten Elemente eines Antriebsstrangs nicht nur radial kleiner sein, sondern auch axial auf gleicher Höhe, das heißt koaxial zum Statorträger und/oder dem Rotorträger angeordnet sein. Dadurch kann eine noch platzsparendere Bauweise erreicht werden.

Vorteilhaft kann der Rotorträger mit einer Zwischenwelle drehfest verbunden sein. Diese Zwischenwelle überträgt ein von einer Brennkraftmaschine mit Hilfe einer Kurbelwelle erzeugtes Drehmoment von dieser Kurbelwelle auf den Rotorträger und damit auf den Rotor der elektrischen Maschine, oder umgekehrt. Dies wird als Drehmomentübertragung bezeichnet. Wenn die elektrische Maschine beispielsweise als Starter für eine Brennkraftmaschine eingesetzt wird, wird das von dem Rotor erzeugte Drehmoment über die Zwischenwelle auf die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine übertragen. Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine kann das von dieser erzeugte Drehmoment dann über die Zwischenwelle auf den Rotor und weiter parallel auf möglicherweise nachfolgende, in bezug auf die elektrische Maschine abtriebsseitig im Antriebsstrang angeordnete Bauteile übertragen werden. Dies wird im Hinblick auf den erfindungsgemäßen Antriebsstrang deutlicher beschrieben. Schließlich kann die Zwischenwelle auch als Lagersitz für nachfolgende Bauelemente dienen.

Vorzugsweise kann die Zwischenwelle im Statorträger gelagert sein. Je nach geometrischer Ausgestaltung des Statorträgers kann sich die Zwischenwelle auf gleicher axialer Höhe, das heißt koaxial zum Statorträger befinden, wodurch der erforderliche axiale Bauraum reduziert wird.

In weiterer Ausgestaltung kann der Rotorträger an seinem in bezug auf die Drehachse des Rotors radialen Ende eine Einrichtung zur Winkellagebestimmung aufweisen oder als Einrichtung zur Winkellagebestimmung ausgebildet sein. Eine solche Einrichtung ist erforderlich, da die genaue Rotorlage, insbesondere die Lage der Rotorpolpaare, während des Betriebs der elektrischen Maschine genau bekannt sein muß. Die Bestimmung der Winkellage kann auf verschiedene Weise erfolgen.

Wenn eine Einrichtung zur Winkellagebestimmung am Rotorträger angeordnet ist, kann diese beispielsweise als Inkrementalgeber, Resolver oder dergleichen ausgebildet sein. Derartige Einrichtungen sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt. In anderer Ausgestaltung ist es denkbar, daß der Rotorträger selbst als Einrichtung zur Winkellagebestimmung ausgebildet ist. In diesem Fall könnte beispielsweise das in bezug auf die Drehachse des Rotors ra-

diale freie Ende des Rotorträgers als Inkrementalgeber oder dergleichen ausgebildet sein.

In weiterer Ausgestaltung kann der Statorträger eine oder mehrere Ausklinkungen aufweisen. Bei einer Ausklinkung kann es sich beispielsweise um eine Art stufenartige Versetzung innerhalb des Rotorträgers handeln, wie dies im Zusammenhang mit Fig. 1 dargestellt ist. Im Bereich solcher Ausklinkungen können einzelne Elemente am Statorträger befestigt werden. So ist es beispielsweise denkbar, an solchen Ausklinkungen die Statorblechpakete auf geeignete Weise, beispielsweise durch Vernietung oder dergleichen, zu befestigen.

Vorteilhaft kann der Statorträger eine oder mehrere Ausnehmungen aufweisen. Dabei kann es sich beispielsweise um kantenseitige Aussparungen, Bohrungen oder dergleichen handeln. Bei den Ausnehmungen handelt es sich vorteilhaft um Durchbrüche für die Montage, etwa um weitere Bauelemente an dem Statorträger und/oder dem Rotorträger befestigen zu können. Die Ausnehmungen können aber auch dazu dienen, Druckleitungen für Systeme, beispielsweise für ein weiter unten näher beschriebenes Betätigungssystem für eine Kupplung, Leitungen zur Stromzuführung, Leitungen eines Kühlsystems oder dergleichen zu führen. Die Ausnehmungen können sich axial durch den Statorträger hindurch, das heißt parallel zur Drehachse des Rotors, oder aber auch in bezug auf die Drehachse des Rotors radial von innen nach außen durch den Statorträger hindurch erstrecken.

Vorzugsweise kann der Statorträger ein Lager zur Lagerung einer Zwischenwelle aufweisen. Eine solche Zwischenwelle sowie deren Funktion ist weiter oben bereits vorgestellt worden. Durch das Lager, das sich vorteilhaft zwischen dem Statorträger, der Zwischenwelle und dem Rotorträger befindet, kann auch die Größe des Luftspalts zwischen dem Rotor und dem Stator konstruktiv bestimmt, das heißt eingestellt werden. Weiterhin wird durch diese Art einer festen Verbindung sichergestellt, daß der Luftspalt zu jedem Zeitpunkt des Betriebs immer konstant, das heißt gleich groß bleibt. Eine bisher notwendige aufwendige Justierung oder Nachjustierung zur Einstellung des Luftspalts kann nunmehr entfallen.

Die wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße elektrische Maschine stellt eine in sich geschlossene Baueinheit dar, was von besonderem Vorteil ist. Im Gegensatz dazu wurden bisher häufig Schraubverbindungen am Rotor verwendet, insbesondere zur Einstellung des Luftspalts, so daß ein mögliches Spiel in den Schraubverbindungen bei der Montage als mögliche Fehlerquelle bei der Bestimmung des Luftspalts auftrat.

Vorteilhaft kann der Stator mit dem Statorträger und/oder der Rotor mit dem Rotorträger über ein oder mehrere Befestigungselemente verbunden sein. Durch die Ausgestaltung der Träger als Blechträger wird nunmehr eine viel einfachere Befestigung des Stators und/oder Rotors möglich, als dies bei den bisher üblichen Gußteilen der Fall war.

Beispielsweise kann die Verbindung über eine Nietverbindung oder Schraubverbindung erfolgen. Natürlich sind auch andere Verbindungsarten wie Schweißverbindungen oder dergleichen möglich.

Vorteilhaft kann der Statorträger zur Aufnahme eines Betätigungselements ausgebildet sein. Dabei kann der Statorträger sowohl zur Befestigung, als auch als Sitz für das Betätigungselement ausgebildet sein. Dies wird im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Antriebsstrang weiter unten näher erläutert.

In weiterer Ausgestaltung kann der Statorträger zur Aufnahme eines Kühlsystems ausgebildet sein. Hier kann er sowohl als Träger für ein solches Kühlsystem, als auch zur Führung von entsprechenden Kühlleitungen eingesetzt wer-

den.

Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Antriebsstrang, insbesondere ein Antriebsstrang für ein Fahrzeug, bereitgestellt, mit einer Brennkraftmaschine und einer in der Brennkraftmaschine vorgesehenen Kurbelwelle, wobei dieser Antriebsstrang erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, daß in diesem weiterhin eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße elektrische Maschine vorgesehen ist und daß die elektrische Maschine über den Rotorträger zumindest zeitweilig mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in Wirkverbindung steht oder bringbar ist.

Durch eine solche Ausgestaltung des Antriebsstrangs wird ermöglicht, daß dieser besonders einfach montiert werden kann, da die elektrische Maschine auf einfache Weise in den Antriebsstrang integriert werden kann. Weiterhin kann durch die besondere Ausgestaltung der elektrischen Maschine erreicht werden, daß die erforderliche axiale Baulänge für den Antriebsstrang reduziert werden kann. Zu den Vorteilen, Wirkungen, Effekten und der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs wird ebenfalls auf die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen elektrischen Maschine vollinhaltlich Bezug genommen und hiermit verwiesen.

Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft kann der Rotorträger über eine Kupplung mit der Kurbelwelle in Wirkverbindung stehen oder bringbar sein. Bei einer solchen Kupplung handelt es sich vorteilhaft nicht um eine Anfahrkupplung, sondern um eine Kupplung, die nur für den Schwungstart nötig ist. Wenn die Brennkraftmaschine gestartet werden soll, wird zunächst die elektrische Maschine hochgefahren, bis der Rotor die erforderliche Drehzahl erreicht hat. Ist dies der Fall, schließt die Kupplung schlagartig, so daß die Kurbelwelle, beispielsweise über ein mit dieser verbundenes Kupplungs-Schwungrad, mitgerissen wird, so daß das für den Start der Brennkraftmaschine erforderliche Drehmoment übertragen wird. Wenn die Brennkraftmaschine im Normalbetrieb läuft, kann die Kupplung geschlossen bleiben, so daß das über die Kurbelwelle übertragene Drehmoment der Brennkraftmaschine auf die elektrische Maschine und von dort, falls gewünscht, auch auf andere Bauelemente des Antriebsstrangs übertragen werden kann (Drehmomentmitnahme).

Vorzugsweise kann die Kupplung axial zwischen der Brennkraftmaschine und der elektrischen Maschine angeordnet sein.

In weiterer Ausgestaltung kann die Kupplung ein Schwungrad aufweisen, das mit der Kurbelwelle drehfest verbunden ist. Das Schwungrad kann vorteilhaft als Blechelement ausgebildet sein. Eine solche Ausgestaltung des Schwungrads ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Brennkraftmaschine bereits von sich aus rund läuft und eine große Masse des Schwungrads nicht zwingend erforderlich ist. Zu den Vorteilen einer solchen Ausgestaltung wird auf die vorstehenden Ausführungen zu dem als Blechträger ausgebildeten Statorträger und/oder Rotorträger verwiesen.

Um die genaue Winkellage des Schwungrads bestimmen zu können, kann auf dem im Hinblick auf die Drehachse des Rotors radial außenliegenden freien Ende des Schwungrads eine Einrichtung zur Winkellagebestimmung vorgesehen sein, oder aber das freie Ende selbst ist als Einrichtung zur Winkellagebestimmung ausgebildet. Im letzteren Fall kann die Einrichtung beispielsweise als gestanzter Inkrementalgeber ausgebildet sein.

Vorteilhaft kann die Kupplung eine Kupplungsscheibe aufweisen, die mit der Zwischenwelle drehfest verbunden ist. Die Kupplungsscheibe kann als dünnes Federblech oder

dergleichen ausgebildet sein. Die Verbindung mit der Zwischenwelle kann beispielsweise über eine mit Längsverzahnungen versehene Wellen-Nabenverbindung realisiert werden. Das bedeutet, daß die Kupplungsscheibe ganz einfach auf die Zwischenwelle aufgeschoben werden kann und dort dennoch sicher und vor allem drehfest gehalten wird. Eine solche Verbindung ist in anderem Zusammenhang beispielsweise in der DE-A-197 47 965 beschrieben, so daß im Zusammenhang mit der genannten Verbindungsart der Inhalt dieser Druckschrift vollinhaltlich in die vorliegende Beschreibung mit einbezogen wird.

Die Verbindung zwischen Kupplungsscheibe und Zwischenwelle kann derart erfolgen, daß die Kupplungsscheibe auf geeignete Weise mit einem Verbindungsfuß verbunden wird, beispielsweise mittels einer Nietverbindung, und daß der Verbindungsfuß zur Realisierung der Wellen-Nutverbindung ausgebildet ist. Natürlich sind auch andere Verbindungsarten denkbar.

Vorzugsweise kann die Kupplung ein als Ausrücker ausgebildetes Betätigungselement aufweisen, wobei das Betätigungselement vorteilhaft am Statorträger ausgebildet ist. Bei entsprechender Ausgestaltung des Statorträgers kann erreicht werden, daß sich das Betätigungselement dann koaxial zum Statorträger selbst befindet, das – wie weiter oben bereits erläutert wurde – zu einer vorteilhaften Verkürzung des erforderlichen axialen Bauraums führt.

Die Realisierung einer wie vorstehend beschriebenen Kupplung soll anhand eines Beispiels exemplarisch verdeutlicht werden. An der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine wird das Schwungrad mit der dazugehörigen Kupplungsscheibe und einer Kupplungsdruckplatte angeflanscht. Im Anschluß daran befindet sich das als Betätigungselement ausgebildete Ausrücksystem für die Kupplung, das am Statorträger angeordnet ist. Die Übertragung des Drehmoments erfolgt über die gelagerte Zwischenwelle, die das Moment von der Kupplungsscheibe auf den Rotorträger der elektrischen Maschine und möglicherweise parallel auf weitere nachfolgende Bauelemente im Antriebsstrang überträgt.

Die Kupplung kann als Modularkupplung ausgebildet sein, die unlösbar mit der Kurbelwelle verbunden ist, da die Kupplung nahezu verschleißfrei arbeitet.

Im radial äußeren Bereich der Kupplung kann weiterhin ein geeignetes Element zur Torsionsdämpfung vorgesehen sein. Dadurch werden Drehschwingungen zwischen der Brennkraftmaschine und der mit dem Torsionsschwingungsdämpfer bestückten Kupplung gedämpft. Derartige Torsionsschwingungsdämpfer sind grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt. Sie können beispielsweise aus einer Federeinrichtung und einer Reibeinrichtung bestehen. Die Federeinrichtung kann sich unter Lasteinwirkung begrenzt verdrehen, während die Reibeinrichtung die bei Verdrehung auftretenden Drehschwingungen durch Reibung dämpft.

Durch die besondere Anordnung des Torsionsschwingungsdämpfers ist es nicht mehr erforderlich, daß die beiden Komponenten axial hintereinander angeordnet werden müssen, wodurch der benötigte axiale Bauraum reduziert wird. Durch die Verwendung eines solchen Torsionsschwingungsdämpfers wird es weiterhin erreicht, daß die Anzahl der benötigten Bauteile reduziert wird. So können einzelne Bauteile, die sowohl für den Torsionsschwingungsdämpfer, als auch für die Kupplung benötigt werden, nur einmal – anstatt wie bisher zweimal – vorhanden sein, was sowohl die Herstellungskosten, als auch den erforderlichen axialen Bauraum reduziert.

Vorteilhaft kann zumindest ein Teil des Schwungrads von der Kupplung gleichzeitig auch als Primärblech des Torsionsschwingungsdämpfers ausgebildet sein. Dadurch kann

die Anzahl der benötigten Bauteile reduziert werden, was zu den oben geschilderten Vorteilen führt.

Vorzugsweise kann der Torsionsschwingungsdämpfer eine oder mehrere Dämpfungsfedern aufweisen, die am radialen äußeren Ende der Kupplung angeordnet ist/sind, insbesondere am radialen äußeren Ende des als Primärblech fungierenden Schwungrads oder Schwungradteils der Kupplung. Durch die Dämpfungsfeder(n) können die auf das Primärblech wirkenden Torsionsschwingungen gedämpft werden.

Der Torsionsschwingungsdämpfer kann weiterhin ein Mitnehmerblech aufweisen, das mit dem Primärblech verbunden ist. Dieses Mitnehmerblech kann ebenfalls ein Teilbereich des Schwungrads der Kupplung sein, so daß ein sogenanntes geteiltes Schwungrad vorliegt, das aus dem Primärblech und dem Mitnehmerblech gebildet ist.

Bei einer solchen Ausgestaltung kann das von der Kurbelwelle übertragene Drehmoment zunächst auf den als Primärblech ausgebildeten Teilbereich des Schwungrads von der Kupplung und von dort über die Dämpfungsfedern auf das Mitnehmerblech sowie von dort schließlich auf die Kupplungsscheibe übertragen werden.

Die Kupplungsbeläge werden vorzugsweise aufgeklebt, so daß keine gesonderte Belagfeder nötig ist.

Vorteilhaft kann der Durchmesser der Kupplung, insbesondere des Schwungrades und/oder der Kupplungsscheibe kleiner sein als der radiale Abstand von der Drehachse des Rotors zum Luftspalt. Insbesondere kann der Durchmesser kleiner sein als der radiale Abstand von der Drehachse des Rotors zum Stator. Damit liegen die genannten Bauelemente vorteilhaft radial innerhalb des Luftspalts oder gar des Stators. Der Statorträger und damit auch die elektrische Maschine ist somit größer als die Kupplung beziehungsweise deren Elemente, so daß der bisher erforderliche Bauraum zwischen den einzelnen Bauelementen reduziert werden kann, was zu einer vorteilhaften Verkürzung der axialen Baulänge führt. Je nach konstruktiver Ausgestaltung des als Blechträger ausgebildeten Statorträgers ist es sogar möglich, daß sich die Kupplung oder Einzelelemente davon auf der gleichen axialen Höhe wie der Statorträger befinden, was bedeutet, daß diese Elemente koaxial zueinander angeordnet sind. Dadurch kann der axiale Bauraum noch weiter verkürzt werden.

In weiterer Ausgestaltung kann abtriebsseitig von der elektrischen Maschine ein weiteres Bauelement im Antriebsstrang vorgesehen sein. Bei diesem Bauelement kann es sich beispielsweise um ein Anfaehrelement handeln. In diesem Fall wäre die elektrische Maschine im Antriebsstrang beispielsweise axial zwischen der Kupplung und dem Anfaehrelement integriert. Das Anfaehrelement kann beispielsweise jedoch nicht ausschließlich – als ein Lastschaltgetriebe, ein Drehmomentwandler, etwa ein hydrodynamischer Wandler mit automatischem Getriebe, als ein Stufengetriebe, etwa ein CVT-Getriebe (continuous variable transmission), als eine Kupplung oder dergleichen ausgebildet sein.

Vorzugsweise kann das weitere Bauelement lösbar mit dem Rotorträger verbunden sein.

Vorteilhaft kann das weitere Bauelement einen Durchmesser aufweisen, der kleiner ist als der radiale Abstand von der Drehachse des Rotors zum Luftspalt. Ähnlich wie bei der oben beschriebenen Kupplung kann durch eine solche Ausgestaltung der erforderliche axiale Bauraum verkürzt werden, so daß zur Vermeidung von Wiederholungen diesbezüglich auf die entsprechenden Ausführungen vollinhaltlich Bezug genommen und verwiesen wird.

Um auftretende Schwingungen dämpfen zu können, kann zwischen der elektrischen Maschine und dem weiteren Bau-

element im Antriebsstrang, beispielsweise dem Anfaehrelement, ein Schwingungsdämpfer, beispielsweise ein Torsionsschwingungsdämpfer, vorgesehen sein. Im Falle eines Torsionsschwingungsdämpfers kann dieser beispielsweise als Federkonstruktion, Zwei-Massen-Schwungrad oder dergleichen ausgebildet sein. Bei Ausgestaltung als Federkonstruktion kann der Torsionsschwingungsdämpfer primärseitig am Rotorträger und sekundärseitig am weiteren Bauelement, etwa dem Anfaehrelement, angeordnet sein. Der Schwingungsdämpfer kann in bezug auf die Drehachse des Rotors radial innerhalb des Abstands Drehachse des Rotors-Luftspalt, koaxial zum Luftspalt oder im Bereich neben dem Luftspalt, das heißt axial benachbart zum Luftspalt, im Antriebsstrang angeordnet sein.

Vorzugsweise kann die Drehmomentmitnahme zwischen Rotor und dem weiteren Bauelement von der Drehachse des Rotors aus gesehen radial innen von der Zwischenwelle erfolgen. Damit fungiert die Zwischenwelle als Lagersitz für das weitere Bauelement.

In weiterer Ausgestaltung kann die Zwischenwelle in der Kurbelwelle oder im Schwungrad der Kupplung gelagert sein.

Um eine einfache Montage des Statorträgers zu gewährleisten, kann dieser vorteilhaft an einem Gehäuse angeordnet sein, das eines oder mehrere Elemente des Antriebsstrangs umgibt. In diesem Fall kann der Statorträger über eine Schraubverbindung oder dergleichen am Gehäuse befestigt sein. Es ist aber auch denkbar, daß der Statorträger zwischen zwei unterschiedlichen Gehäusen, beispielsweise mittels einer Einklemmverbindung oder dergleichen, angeordnet ist.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigt die einzige Fig. 1 eine schematische, geschnittene Seitenansicht eines Antriebsstrangs, in dem eine erfindungsgemäße elektrische Maschine integriert ist.

In Fig. 1 ist ein Antriebsstrang 10 dargestellt, der in einem Kraftfahrzeug eingesetzt wird. Der Antriebsstrang 10 weist zunächst eine von einem Motorgehäuse 12 umgebene Brennkraftmaschine 11 auf, im vorliegenden Fall einen Verbrennungsmotor 11. In der Brennkraftmaschine 10 ist weiterhin eine Kurbelwelle 13 vorgesehen, über die ein erzeugtes Drehmoment übertragen, oder je nach Zustand der Brennkraftmaschine 11 auch aufgenommen werden kann.

Im dargestellten Antriebsstrang 10 ist eine Kupplung 20, eine elektrische Maschine 60 und ein als hydrodynamischer Wandler ausgebildetes Anfaehrelement 40 vorgesehen. Die elektrische Maschine 60 ist axial zwischen der Kupplung 20 und dem Anfaehrelement 40 im Antriebsstrang 10 integriert.

Die Kupplung 20 weist ein als Blechelement ausgebildetes Schwungrad 21 auf, das über Kurbelwellenschrauben 22 und Zwischenbleche 23 mit der Kurbelwelle 13 drehfest verbunden ist. Weiterhin ist eine als dünnes Federblech ausgebildete Kupplungsscheibe 24 vorgesehen, die über eine Längsverzahnung 25 und eine Wellen-Nabenverbindung 26 mit der Zwischenwelle 86 eines Rotors 80 der elektrischen Maschine verbunden ist. Die Kupplungsscheibe 24 ist dazu über eine Nietverbindung 29 mit einem Verbindungsfuß 30 verbunden, in dem die einzelnen Elemente für die Wellen-Nabenverbindung 26 vorgesehen sind. Wie aus der Figur ersichtlich ist, ist die Nietverbindung 29 der Kupplungsscheibe 24 mit dem Verbindungsfuß 30 in bezug auf die Drehachse 100 des Rotors 80 radial innen von der Verbindung des Schwungrads 21 mit der Kurbelwelle 13 über die Kurbelwellenschrauben 22 ausgebildet. Auch wenn die Verbindung zwischen Verbindungsfuß 30 und Kupplungsscheibe 24 im vorliegenden Beispiel über die Nietverbindung 29 erfolgt, sind auch andere Verbindungsarten denk-

bar. Beispielsweise kann diese Verbindung über eine Schweißverbindung realisiert werden, oder aber die beiden Bauelemente sind einteilig ausgebildet.

Die Kupplung 20 weist schließlich noch eine Druckplatte 27 und ein Betätigungselement 28 auf das im vorliegenden Fall als Ausrücker ausgebildet und an einem Statorträger 64 der elektrischen Maschine 60 angeordnet ist.

Abtriebsseitig von der elektrischen Maschine 60 ist im Antriebsstrang das als hydrodynamischer Wandler ausgebildete Anfahrlement 40 vorgesehen. Der hydrodynamische Wandler 40 weist ein Turbinenrad 41, ein Pumpenrad 42 und ein Leitrad 43 auf. Weiterhin ist noch eine Überbrückungskupplung 45 vorgesehen. Der hydrodynamische Wandler 40 sowie die elektrische Maschine 60 werden von einem Getriebegehäuse 50 umgeben.

Die elektrische Maschine 60 besteht aus einem Stator 61 und einem Rotor 80. Zwischen dem Stator 61 und dem Rotor 80 befindet sich ein Luftspalt 70, um dem Rotor 80 das freie Drehen zu ermöglichen.

Der Stator 61 weist ein Statorblechpaket 62 mit einer Anzahl von Statorwicklungen 63 auf. Der Stator 61 ist am Statorträger 64 angeordnet. Im Unterschied zu den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen ist der Statorträger nicht aus einem Gußmaterial hergestellt, sondern als Blechelement ausgebildet. Damit wird er zum einen wesentlich leichter. Zum anderen kann der Statorträger 64 auch in unterschiedlichsten und komplizierten Geometrien ausgebildet sein. Der Statorträger 64 weist eine oder mehrere Ausklunkungen 65 auf, über die es ermöglicht wird, den Stator 61 am Statorträger 64 zu befestigen. Im vorliegenden Fall ist der Stator 61 im Bereich der Ausklunkungen 65 über geeignete Befestigungselemente 67, beispielsweise Nietverbindungen oder dergleichen, mit dem Statorträger 64 verbunden. Weiterhin weist der Statorträger 64 eine oder mehrere Ausnehmungen 66 auf, mit deren Hilfe der hydrodynamische Wandler 40 mit dem Rotorträger 83 verbunden werden kann. Im vorliegenden Fall wird diese Verbindung über eine lösbare Schraubverbindung 85 realisiert.

An dem Statorträger 64 ist weiterhin über eine Schraubenverbindung 68 der Ausrücker 28 verbunden.

Schließlich weist der Statorträger 64 noch ein Lager 75 auf, über das die Zwischenwelle 86 des Rotors 80 getragen wird. Über das Lager 75, das zwischen dem Statorträger 75, der Zwischenwelle 86 und dem Rotorträger 83 angeordnet ist, wird konstruktiv die Breite des Luftspalts 70 zwischen Rotor 80 und Stator 61 bestimmt, so daß die bisher erforderliche Justierung bei der Montage nunmehr entfallen kann.

Der Rotor 80 besteht aus einem Rotorblechpaket 81 mit einer Anzahl von Permanentmagneten 82 und ist am Rotorträger 83 angeordnet. Der Rotorträger 83 ist ebenfalls als Blechträger ausgebildet. Die Verbindung zwischen Rotor 80 und Rotorträger 83 erfolgt über geeignete Befestigungselemente 88, beispielsweise Nietverbindungen oder dergleichen.

Der Rotorträger 83 ist über eine Nietverbindung 84 drehfest mit der Zwischenwelle 86 verbunden. Die Zwischenwelle 86 wird zum einen von dem Lager 75 des Statorträgers 64, und zum anderen von der Kurbelwelle 13 oder dem Schwungrad 21 gehalten.

Die Drehung des Rotors 80 erfolgt um eine Drehachse 100.

Im Hinblick auf diese Drehachse 100 ist am radialen, freien Ende des Rotorträgers 83 eine Einrichtung zur Winkellagebestimmung 90 vorgesehen, beispielsweise ein Inkrementalgegering, über die jeweils die genaue Winkellage des Rotors 80 bestimmt werden kann.

Die Zwischenwelle 86 ist über eine Lager-Zapfen-Verbindung 95 mit dem Wandler 40 verbunden. Diese Verbindung

kann beispielsweise so aussehen, daß in der Zwischenwelle 86 eine Lageröffnung vorgesehen ist, in die ein Zentrierzapfen des Wandlers 40 eingesteckt wird. Vorteilhaft ist diese Verbindung unlösbar ausgebildet. In bezug auf die Drehachse 100 des Rotors 80 liegt die Lager-Zapfen-Verbindung 95 radial innen von der Zwischenwelle 86. Die Zwischenwelle 86 kann somit ein Drehmoment von der Kupplungsscheibe auf den Rotorträger 83 und parallel auf den nachfolgenden Wandler 40 übertragen.

Wie aus der Figur zu erkennen ist, sind der Statorträger 64 und der Rotorträger 83 derart ausgebildet, daß von der Drehachse 100 des Rotors 80 aus gesehen der Luftspalt 70 einen derart großen Abstand zur Drehachse 100 aufweist, daß die zur elektrischen Maschine 60 im Antriebsstrang 10 benachbart angeordnete Kupplung 20 sowie der Wandler 40 in bezug auf diese Drehachse 100 des Rotors 80 eine radiale Ausdehnung aufweisen, die kleiner ist als der radiale Abstand von der Drehachse 100 zum Luftspalt 70. Das bedeutet, daß die Kupplungsscheibe 24 und das Schwungrad 21 radial innerhalb des Luftspalts 70 liegen. Bevorzugt ist, daß diese Elemente sogar radial innerhalb des Stators 61 liegen. Weiterhin ist der Abstand des Luftspalts 70 von der Drehachse 100 derart groß gewählt, daß sich dieser radial außerhalb vom Außendurchmesser des Pumpenrads 42 befindet. Der Durchmesser des Statorträgers 64 und des Rotorträgers 83 ist damit größer als derjenige der benachbarten Bauelemente. Damit kann der erforderliche axiale Abstand zwischen den einzelnen Bauelementen reduziert werden, was eine vorteilhafte Verkürzung des axialen Bauraums zur Folge hat.

Wie aus der Figur weiterhin ersichtlich ist, sind der Statorträger 64 und der Rotorträger 83 derart geformt, beispielsweise durch ein geeignetes Umformverfahren, daß sich die Anbindung des Wandlers 40 an die Zwischenwelle 86, der Ausrücker 28, die Anbindung des Rotorträgers 83 an die Zwischenwelle 86 und die Lagerung der Zwischenwelle 86 über das Lager 75 nicht nur in bezug auf die Drehachse 100 des Rotors 80 radial innerhalb der elektrischen Maschine 60 befinden, sondern daß sich die genannten Bauelemente auch auf gleicher axialer Höhe zum Statorträger 64 und zum Rotorträger 83 befinden, was heißt, daß sie koaxial dazu angeordnet sind. Dadurch kann der erforderliche axiale Bauraum noch weiter geduziert werden.

Der Statorträger 64 ist im vorliegenden Fall auf einfache Weise montiert, indem er zwischen dem Motorgehäuse 13 und dem Getriebegehäuse 50 eingeklemmt ist.

Nachfolgend wird nun die Funktionsweise eines derart ausgebildeten Antriebsstrangs 10 beschrieben. Wenn der Verbrennungsmotor 11 gestartet werden soll, wird zunächst der Rotor 80 der elektrischen Maschine 60 in Rotation versetzt. Bei Erreichen der erforderlichen Drehzahl schließt die Kupplung 20. Da sowohl der Rotor 80, als auch die Kupplungsscheibe 24 drehfest mit der Zwischenwelle 86 verbunden sind, dreht die Kupplungsscheibe 24 mit der gleichen Umdrehungszahl wie der Rotor 80. Beim Schließen der Kupplung 20 reißt die Kupplungsscheibe 24 das Schwungrad 21 mit, so daß auch die mit dem Schwungrad 21 drehfest verbundene Kurbelwelle 13 in Drehung versetzt wird. Das Drehmoment der Zwischenwelle 86 beziehungsweise des Rotorträgers 83 kann somit auf die Kurbelwelle 13 übertragen werden, wodurch der Verbrennungsmotor 11 gestartet wird.

Im Normalbetrieb des Verbrennungsmotors 11 kann die elektrische Maschine 60 als Generator fungieren. Dabei wird das im Verbrennungsmotor 11 und über die Kurbelwelle 13 erzeugte Drehmoment über die Kupplung 20 auf die Zwischenwelle 86 und den Rotorträger 83 sowie auf den nachfolgenden Wandler 40 übertragen.

Die Montage des wie vorstehend beschriebenen Antriebsstrangs 10 kann wie folgt geschehen. Die einzelnen Bauelemente können zunächst einzeln gefertigt und montiert und anschließend im Antriebsstrang 10 integriert werden.

In einem Schritt kann die elektrische Maschine 60, die im vorliegenden Beispiel als Starter-Generator ausgebildet ist, montiert werden. Dazu kann der Statorträger 64 mit dem Stator-Blechpaket 62 verbunden, beispielsweise vernietet werden. Weiterhin kann das Lager 75 in den Statorträger 64 eingebracht, beispielsweise eingepreßt werden. Der Ausrücker 28 der Kupplung 20 kann am Statorträger 64 angeordnet, beispielsweise angeschraubt werden. Die Zwischenwelle 86 kann mit dem Rotorträger 83 verbunden, beispielsweise vernietet werden. Der Rotorträger 83 kann bereits den Rotor 80 und die Einrichtung zur Winkellagebestimmung 90 tragen. Zur Fertigstellung kann das Lager 75 anschließend mit dem Stator 61 auf die Zwischenwelle 86 aufgeschoben werden.

In einem anderen Schritt wird die Kupplung 20 montiert. Dazu kann die Kupplungsscheibe 24 mit dem Verbindungsfuß 30 verbunden, beispielsweise vernietet werden. Die Reibbeläge (nicht dargestellt) können aufgeklebt und die Druckplatte 27, optional mit einer Anpreßplatte und einer Membranfeder, angebracht, beispielsweise vernietet werden. Das Schwungrad 21 kann über die Kurbelwellenschrauben 22 und die Zwischenbleche 23 mit der Kurbelwelle 13 drehfest verbunden werden. Die Kupplungsscheibe 24 kann danach zentriert und auf das Schwungrad 21 aufgelegt werden. Anschließend kann die Druckplatte 27 am äußeren, freien Ende 31 des Schwungrades 21 befestigt, beispielsweise vernietet werden.

Nachdem die Kupplung 20 an der Kurbelwelle 13 befestigt wurde, kann zunächst die elektrische Maschine 60 mit dem Anfahrlelement 40 verschraubt werden. Diese Baueinheit kann dann mit der Zwischenwelle 86 in die Kurbelwelle 13 oder die Schwungradscheibe 21 eingeführt werden. Dabei kommt auch die drehfeste Verbindung zwischen der Kupplungsscheibe 24 und der Zwischenwelle 86 über die Wellen-Nabenverbindung 26 zustande.

Es entsteht auf konstruktiv einfache Weise ein Antriebsstrang 10 mit im Vergleich zum Stand der Technik stark verkürztem axialem Bauraum.

Bezugszeichenliste

10	Antriebsstrang
11	Brennkraftmaschine (Verbrennungsmotor)
12	Motorgehäuse
13	Kurbelwelle
20	Kupplung
21	Schwungrad
22	Kurbelwellenschraube
23	Zwischenblech
24	Kupplungsscheibe
25	Längsverzahnung
26	Wellen-Nabenverbindung
27	Druckplatte
28	Betätigungselement (Ausrücker)
29	Niet
30	Verbindungsfuß
31	äußeres freies Ende des Schwungrads
40	Anfahrlelement (Drehmomentwandler)
41	Turbinenrad
42	Pumpenrad
43	Leitrad
45	Überbrückungskupplung
50	Getriebegehäuse
60	Elektrische Maschine

61	Stator
62	Statorblechpaket
63	Statorwicklung
64	Statorträger
65	Ausklüpfung
66	Ausnehmung
67	Befestigungselement (Niet)
68	Schraube
70	Luftspalt
75	Lager
80	Rotor
81	Rotorblechpaket
82	Permanentmagnet
83	Rotorträger
84	Niet
85	Schraube
86	Zwischenwelle
87	radiales Ende
88	Befestigungselement (Niet)
90	Einrichtung zur Winkellagebestimmung
95	Lager-Zapfen-Verbindung
100	Drehachse Rotor

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine zur Integration in einem Antriebsstrang (10), mit einem Rotor (80), der an einem Rotorträger (83) angeordnet ist und einem Stator (61), der an einem Statorträger (64) angeordnet ist, wobei zwischen Rotor (80) und Stator (61) ein Luftspalt (70) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Statorträger (64) und/oder der Rotorträger (83) als Blechträger ausgebildet ist/sind.
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Drehachse (100) des Rotors (80) aus gesehen der Luftspalt (70) einen derart großen Abstand zur Drehachse (100) aufweist, daß zur elektrischen Maschine (60) im Antriebsstrang (10) benachbart abgeordnete Bauelemente (20, 40) in bezug auf die Drehachse (100) des Rotors (80) eine radiale Ausdehnung aufweisen, die kleiner als der radiale Abstand von der Drehachse (100) zum Luftspalt (70) ist.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotorträger (83) mit einer Zwischenwelle (86) drehfest verbunden ist.
4. Elektrische Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenwelle (86) im Statorträger (64) gelagert ist.
5. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotorträger (83) an seinem in bezug auf die Drehachse (100) radialen Ende (87) eine Einrichtung zur Winkellagebestimmung (90) aufweist oder als Einrichtung zur Winkellagebestimmung ausgebildet ist.
6. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger (64) eine oder mehrere Ausklüpfungen (65) aufweist.
7. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger (64) eine oder mehrere Ausnehmungen (66) aufweist.
8. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger (64) ein Lager (75) zur Lagerung einer Zwischenwelle (86) aufweist.
9. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (61) mit dem Statorträger (64) und/oder der Rotor (80) mit dem Rotorträger (83) über ein oder mehrere Befestigungs-

element(e) (67, 88) verbunden ist/sind.

10. Elektrische Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (61) mit dem Statorträger (64) und/oder der Rotor (80) mit dem Rotorträger (83) über eine Nietverbindung und/oder eine Schraubverbindung verbunden ist/sind. 5

11. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger (64) zur Aufnahme eines Betätigungselements (28) ausgebildet ist. 10

12. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger (64) zur Aufnahme eines Kühlsystems ausgebildet ist.

13. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese in Außenläuferbauweise oder Innenläuferbauweise ausgebildet ist. 15

14. Antriebsstrang, insbesondere Antriebsstrang (10) für ein Fahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine (11) und einer in der Brennkraftmaschine (11) vorgesehenen Kurbelwelle (13), dadurch gekennzeichnet, daß im Antriebsstrang (10) weiterhin eine elektrische Maschine (60) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 vorgesehen ist und daß die elektrische Maschine (60) über den Rotorträger (83) zumindest zeitweilig mit der Kurbelwelle (13) der Brennkraftmaschine (10) in Wirkverbindung steht oder bringbar ist. 20

15. Antriebsstrang nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotorträger (83) über eine Kupplung (20) mit der Kurbelwelle (13) in Wirkverbindung steht oder bringbar ist. 30

16. Antriebsstrang nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (20) axial zwischen der Brennkraftmaschine (11) und der elektrischen Maschine (60) angeordnet ist. 35

17. Antriebsstrang nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (20) ein Schwungrad (21) aufweist, das mit der Kurbelwelle (13) drehfest verbunden ist und daß das Schwungrad (21) vorzugsweise als Blechelement ausgebildet ist. 40

18. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (20) eine Kupplungsscheibe (24) aufweist, die mit der Zwischenwelle (86) drehfest verbunden ist, vorzugsweise über eine mit Längsverzahnungen (25) versehene Wellen-Nabenverbindung (26). 45

19. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (20) ein als Ausrücker ausgebildetes Betätigungselement (28) aufweist und daß das Betätigungselement (28) am Statorträger (64) angeordnet ist. 50

20. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Kupplung (20), insbesondere des Schwungrads (21) und/oder der Kupplungsscheibe (24) kleiner ist als der radiale Abstand von der Drehachse (100) des Rotors (80) zum Luftspalt (70), insbesondere kleiner als der radiale Abstand von der Drehachse (100) des Rotors (80) zum Stator (61). 55

21. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß abtriebsseitig von der elektrischen Maschine (60) ein weiteres Bauelement, insbesondere ein Anfahrelement (40), im Antriebsstrang (10) angeordnet ist. 60

22. Antriebsstrang nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Bauelement, insbesondere das Anfahrelement (40), lösbar mit dem Rotorträger (83) verbunden ist. 65

23. Antriebsstrang nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Bauelement, insbesondere das Anfahrelement (40), einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der radiale Abstand von der Drehachse (100) des Rotors (80) zum Luftspalt (70).

24. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehmomentmitnahme zwischen Rotor (80) und dem weiteren Bauelement, insbesondere dem Anfahrelement (40), von der Drehachse (100) des Rotors (80) aus gesehen radial innen von der Zwischenwelle (86) erfolgt.

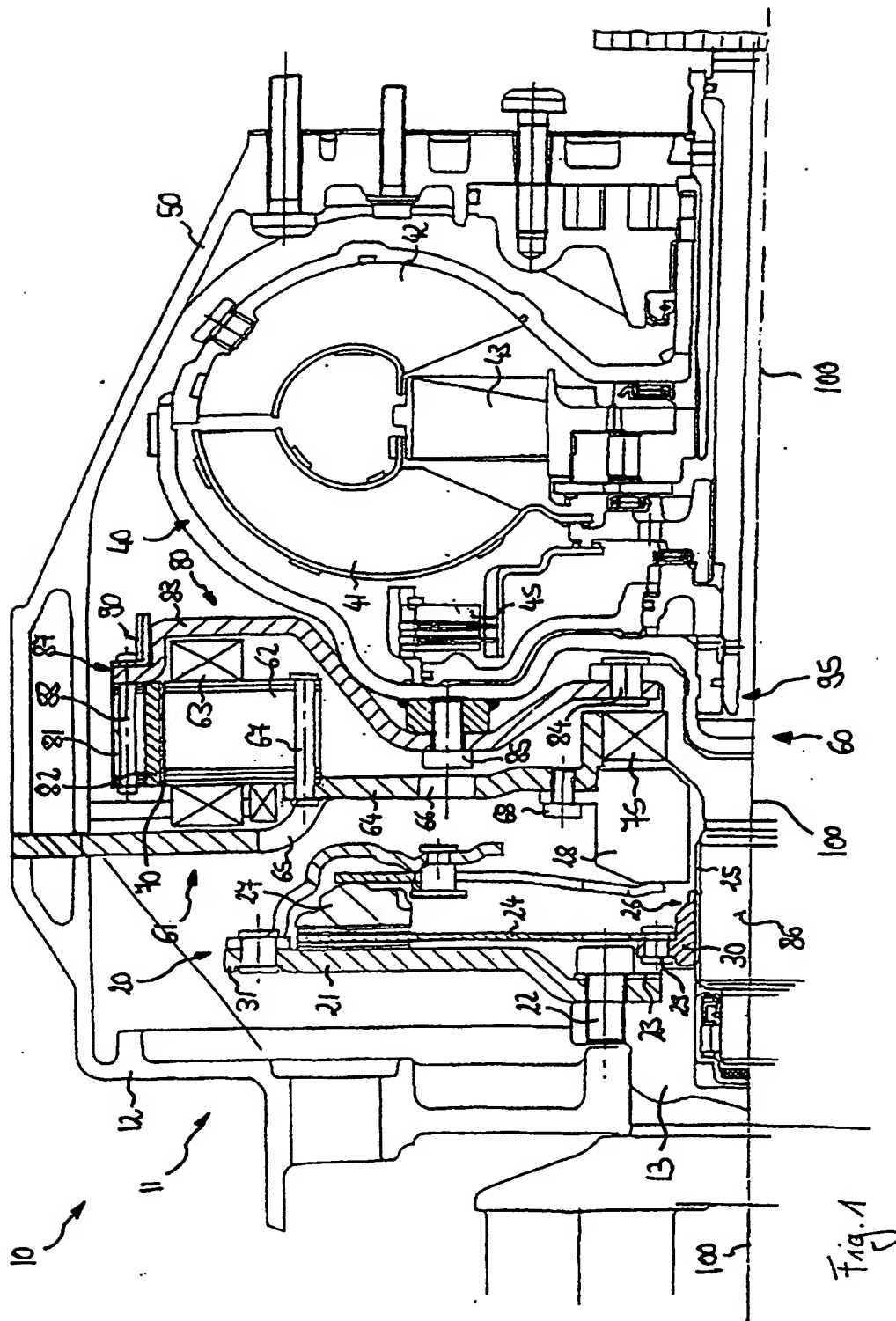
25. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 14 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenwelle (86) in der Kurbelwelle (13) oder dem Schwungrad (21) der Kupplung (20) gelagert ist.

26. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 14 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorträger (64) an einem eines oder mehrere Elemente des Antriebsstrangs (10) umgebenden Gehäuse (12, 50) oder zwischen zwei Gehäusen (12, 50) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.